



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 52 652 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
H 01 T 13/44  
H 01 F 38/12

DE 198 52 652 A 1

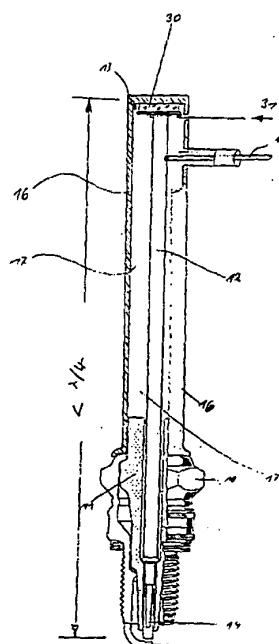
⑯ Aktenzeichen: 198 52 652.0  
⑯ Anmeldetag: 16. 11. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 18. 5. 2000

⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:  
Schleupen, Richard, 74379 Ingersheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Zündvorrichtung für Hochfrequenz-Zündung  
⑯ Es wird eine Zündvorrichtung mit einem Hochfrequenzresonator vorgeschlagen. Ferner kann der Resonator als Streifenwellenleiter (12) auf einer Leiterplatte (100) ausgebildet (Fig. 3) werden. Mehrere Resonatoren können in einer Struktur über Pin-Dioden an die HF-Quelle angeschaltet werden. Der Resonator ist am kalten Ende galvanisch isoliert, aber hochfrequenzmäßig über einen Kondensator an Masse gelegt. Damit lassen sich nach Anlegen einer Hilfsspannung einfach Ionenströme ankopeln.



DE 198 52 652 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

In Brennkraftmaschinen mit fremdgezündeter Verbrennung werden üblicherweise Zündkerzen in dem Brennraum der Brennkraftmaschine eingebaut, die im wesentlichen aus Anschlußbolzen, Isolator, Gehäuse und Elektroden bestehen. In das rohrförmige metallische Gehäuse ist der Isolator eingebettet, wobei wiederum in der Mittelbohrung des Isolators eine Innenleiteranordnung bestehend aus der Brennraumseitigen Mittelelektrode und dem brennraumfernen Anschlußbolzen eingebettet ist. Die rotationssymmetrischen Achsen des Gehäuses, des Isolators und der Innenleiteranordnung sind hierbei deckungsgleich. Am Gehäuse sind die brennraumseits mindestens eine Masseelektrode befestigt, so daß sich beim Anlegen einer Hochspannung ein Zündfunke zwischen der Mittelelektrode und der Masseelektrode ausbildet, welcher für ein Entflammen des brennbaren Gemisches in der Brennkammer einer Brennkraftmaschine sorgt. Üblicherweise wird die Zündspannung induktiv mittels einer Zündspule zur Verfügung gestellt, welche beim Abschalten des Zündspulenladeraumes für einen sehr starken Anstieg der Spannung an den Elektroden der Zündkerze sorgt. Aufgabe der Zündkerze ist es, die Zündenergie in den Brennraum einzuführen und durch den elektrischen Funken zwischen den Elektroden die Verbrennung des Luft-Kraftstoff-Gemisches einzuleiten. Bei Betrieb der Zündkerze können Spannungen bis über dreißig Kilovolt auftreten. Die sich aus dem Verbrennungsprozeß abscheidenden Rückstände, wie Ruß, Öl, Kohle und Asche aus Kraftstoff und Öl, sind unter bestimmten thermischen Bedingungen elektrisch leitend. Dennoch dürfen unter diesen Umständen bei hohen Spannungen keine Über- oder Durchschläge am Isolator auftreten. Aus diesem Grund muß der elektrische Widerstand des Isolators bis zu 1000°C hinreichend groß sein und darf sich während der Lebensdauer der Zündkerzen nicht verändern.

Neben der induktiven Bereitstellung der Zündspannung ist die Erzeugung eines Zündfunks durch Hochfrequenzzündung bekannt, wie sie im SAE-Paper 970071 "Investigation of a Radio Frequency Plasma Ignitor for Possible Internal Combustion Engine Use" beschrieben wird. Hier wird die Möglichkeit einer Zündfunkenerzeugung mittels Hochfrequenzzündung beschrieben. Bei einer solchen Hochfrequenzzündung, die auch Microwellenzündung genannt wird, wird ohne eine üblichen Zündspule eine Hochspannung mittels Niederohmspeisung am heißen Ende einer  $\lambda/4$ -Viertel-Leitung eines HF-Resonator erzeugt.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Zündvorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche hat demgegenüber den Vorteil, einer einfachen Auskopplung für einen Ionenstrom bzw. eines besonders einfachen Aufbaus. Vorteilhafterweise wird sowohl der Oszillator wie auch der Hochspannungsteil auf einem gemeinsamen Substrat sitzen. Ebenso kann der Kondensator zwischen den Wellenleiterstrukturen auf dem Substart angeordnet werden. Es ist so eine einfache Fertigung möglich, und den Forderungen nach Hochspannungsfestigkeit kann durch entsprechende Formgebung und/oder Isolierstärken Rechnung getragen werden.

Durch die Unteransprüche sind weitere vorteilhafte Ausführungen und Verbesserungen der erfindungsgemäßen Zündvorrichtung gegeben. Besonders vorteilhaft ist, als Substrat für die gemeinsame Anordnung des Hochspannungsteils und des Oszillatoranteils einen Flexfilm zu ver-

wenden. Ein solcher Flexfilm bietet die Möglichkeit der sehr einfachen kostengünstigen Erstellung.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiel der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Fig. 1 das Prinzip der Hochfrequenzzündung und die Fig. 2 bis 8 verschiedene Ausführungsformen der Erfindung.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In der Fig. 1 wird das Funktionsprinzip der erfindungsgemäßen Zündvorrichtung beschrieben. Die Zündvorrichtung weist ein metallisches Gehäuse 10 mit einem Gewinde auf, welches zum Einschrauben in die Wand eines Zylinders eines Verbrennungsmotors dient. Das Metallgehäuse 10 ist dabei brennraumseitig wie eine herkömmliche Zündkerze ausgebildet, d. h. im Metallgehäuse 10 ist ein Isolator 11 vorgesehen, der zur elektrischen Isolation einer Hochspannungsdurchführung für eine Mittelelektrode 14 dient. Gegenüber der Mittelelektrode 14 ist eine Masseelektrode 15 angeordnet, die elektrisch leitend mit dem metallischen Gehäuse 10 verbunden ist. Beim Anlegen einer ausreichend hohen Spannung springt in dem geringen Spalt zwischen Mittelelektrode 14 und Masseelektrode 15 ein Zündfunke über, der zur Zündung des Benzin-Luft-Gemisches im Brennraum eines Zylinders des Verbrennungsmotors dient.

Auf der vom Brennraum abgewandten Seite des Metallgehäuses 10 ist ein Hochfrequenzresonator vorgesehen, der zur Erzeugung der Zündspannung dient. Der Hochfrequenzresonator bzw. Mikrowellenresonator weist eine erste Wellenleiterstruktur 12 auf, die durch ein Dielektrikum 17 von einer zweiten Wellenleiterstruktur 16 getrennt ist. Der erste Wellenleiter 12 ist elektrisch an die Mittelelektrode 14 angeschlossen. Der Wellenleiter 12 wird von einer Zuleitung 18 kontaktiert, durch die Hochfrequenzsignale eingekoppelt werden können. Die Zuleitung 18 ist dabei in unmittelbarer Nähe des brennraumfernen Endes 13 der Wellenleiterstruktur 12 angeordnet. Dieses Ende wird oft auch als kaltes Ende des Resonators bezeichnet, da hier keine Hochspannung anliegt. Am entgegengesetzten heißen Ende entsteht hingegen ein Hochspannungssignal welches sich durch einen Zündfunken über die Elektroden entladen kann.

Beim Einkoppeln von Hochspannungssignalen auf der Zuleitung 18 bilden sich aufgrund der geometrischen Verhältnisse im Resonator Hochfrequenzwellen im Resonator aus. Bei richtiger Wahl der Frequenz im Verhältnis zu den geometrischen Abmessungen bildet sich an der Mittelelektrode 14, die elektrisch mit dem Wellenleiter 12 verbunden ist, eine Hochspannung aus. Die geometrischen Abmessungen sind so zu wählen, daß die effektive Länge von Wellenleiter 12 und der damit elektrisch verbundenen Mittelelektrode 14 gerade ein Viertel der Wellenlänge der eingekoppelten Hochfrequenz entspricht. Unter effektiver Länge ist hier ein Zahlenwert zu verstehen, der neben der Längenabmessung der Wellenleiterstrukturen 12, 16 und Mittelelektrode 14 auch noch die dielektrischen Eigenschaften des Isolators 11 bzw. des Dielektrikum 17 berücksichtigt. In vielen Fällen wirkt sich diese effektive Länge  $\lambda/4$  nicht rechnerisch sondern erst durch Experimente ermitteln lassen.

Am brennraumfernen Ende 13 ist der Wellenleiter 12 über einen Kondensator 30 elektrisch mit dem zweiten Wellenleiter 16 verbunden. Bezüglich der Hochfrequenz wirkt der Kondensator 30 wie ein Kurzschluß. Er dient jedoch zur Auskopplung eines Stromsignals (Ionenstrom) über die Leitung 31. Zur Überprüfung, ob eine Verbrennung stattgefunden

den hat und ob diese Verbrennung normal oder klopfend war ist es üblich, nach Ende des Zündfunks eine Spannung von einigen 100 Volt an die Zündkerze zu legen. Der dann fließende Strom ist

- a) ein Maß für die erfolgte Entflammung mit entsprechender Ionisierung und
- b) zeigen die Wechselstromanteile in einem bestimmten Frequenzbereich an, ob die Verbrennung klopfend war.

Die nun folgende Beschreibung widmet sich in erster Linie der zweckmäßigen und einfachen Ausgestaltung des ersten Wellenleiters 12, des zweiten Wellenleiters 16 und der Zuleitung 18.

In der Fig. 2 wird ein erstes Beispiel in der Aufsicht und in der Fig. 3 ein Querschnitt entlang der markierten Linie III-III der Fig. 2 gezeigt. Wie im Querschnitt der Fig. 3 gut zu erkennen ist besteht der Aufbau hier aus einer Trägerplatte oder Leiterplatte 100 auf deren Oberseite strukturierte Metallschichten aufgebracht sind. In der Aufsicht der Fig. 2 ist gezeigt, daß der Wellenleiter 12 als Streifenwellenleiter auf der Oberseite der Trägerplatte 100 ausgebildet ist. Ebenso ist die Zuleitung 18 als Streifenwellenleiter ausgebildet, der rechtwinklig auf den Streifenwellenleiter 12 trifft. Ebenfalls auf der Oberseite der Trägerplatte 100 ist die Wellenleiterstruktur 16 derart ausgebildet, daß sie den Streifenwellenleiter 12 und den Streifenwellenleiter 18 zu beiden Seiten umgibt. Auch die Wellenleiterstruktur 16 ist aus einer oberflächlichen Leitschicht vorzugsweise aus Metall ausgebildet, die auf der Trägerplatte 100 aufgebracht ist.

Bei der Trägerplatte 100 handelt es sich um ein isolierendes dielektrisches Material. Vorzugsweise wird die gesamte Anordnung aus einer Leiterplatte mit einer ganzflächigen oberflächlichen Metallschicht ausgebildet. Durch Einbringen von Gräben werden dann die Strukturen wie Streifenwellenleiter 12, Zuleitung 18 und Wellenleiterstruktur 16 ausgebildet. Da derartige Leiterplatten regelmäßig auch zur Aufnahme von elektrischen Bauelementen geeignet sind können die zur Ansteuerung der einzelnen Zündvorrichtungen benötigten Elemente direkt auf den dielektrischen Platten 100 montiert werden. Dabei kann auch ein Kondensator zwischen der ersten und zweiten Wellenleiterstruktur, wie er zur Fig. 1 beschrieben wurde, unmittelbar auf der Oberfläche der Leiterplatte montiert werden. Weiterhin gibt es die elektrische Platten 100, die flexibel sind. Dies ermöglicht es, für mehrere Zylinder einer Brennkraftmaschine eine einstückige Platte 100 vorzusehen, auf der dann mehrere Zündvorrichtungen ausgebildet sind.

In der Fig. 4 und der Fig. 5 wird ein weiteres Beispiel für die Ausbildung der erfundsgemäßen Zündvorrichtung gezeigt. Die Fig. 5 zeigt dabei einen Querschnitt entlang der Linie V-V der Fig. 4. In den Fig. 4 und 5 wird eine Ausgestaltung mittels einer beidseitig beschichteten dielektrischen Platte oder Leiterplatte 100 gezeigt. Wie in der Fig. 5 zu erkennen ist, ist dabei auf der Oberseite die Zuleitung 18 ausgebildet, die von einer Grabenstruktur vom Rest der oberflächlichen Metallschicht isoliert ist, welche eine Wellenleiterstruktur 16 bildet. Durch eine Durchkontaktierung 101 (siehe Fig. 5) erfolgt eine Verbindung der auf der Oberseite angeordneten Zuleitung 18 zu dem auf der Unterseite angeordneten Wellenleiter 12. Der Wellenleiter 12 erstreckt sich auf der Unterseite der Leiterplatte 100 entlang der Linie V-V. Im Randbereich der Leiterplatte 100 ist eine Randkontaktierung 102 vorgesehen, die eine elektrische Kontaktierung der Wellenleiterstruktur 16 auf der Oberseite mit der Wellenleiterstruktur 16 auf der Unterseite der Leiterplatte 100 herstellt. In der Aufsicht der Fig. 4 ist der auf der Unterseite

der Leiterplatte angeordnete Streifenwellenleiter 12 nicht zu erkennen.

In den Fig. 6 und 7 wird eine weitere Ausgestaltung der Zündvorrichtung gezeigt. Wie im Querschnitt der Fig. 7 zu erkennen ist, handelt es sich hierbei um eine mehrschichtige Leiterplatte 100 die eine obere isolierende Schicht 110 und eine untere isolierende Schicht III mit einer dazwischenliegenden metallischen Leiterbandschicht aufweist. Weiterhin ist noch eine metallische Leiterbandschicht auf der Oberseite und Unterseite der Leiterplatte 100 vorgesehen. In der Aufsicht auf die Fig. 6 ist wieder die Zuleitung 18 zu erkennen. Für die ebenfalls als Wellenleiter ausgebildete Zuleitung 18 und den Streifenwellenleiter 12 wirkt die Wellenleiterstruktursschicht 16 als zweite Leitung des Wellenleiters. Wie im Querschnitt der Fig. 7 gezeigt wird ist wiederum eine Durchkontaktierung 101 vorgesehen, die die Ober- und Unterseite der Leiterplatte 100 verbindet. Es wird so ein elektrischer Kontakt zwischen der als Streifenwellenleiter ausgebildeten Zuleitung 18 und dem auf der Unterseite angeordneten Streifenwellenleiter 12 hergestellt. In der metallischen Leitschicht zwischen den beiden isolierenden Schichten 110, 111 ist die Wellenleiterstruktur 16 ausgebildet, die durch eine Randkontaktierung 102 mit dem Wellenleiter 12 kurzgeschlossen ist.

Alle Beispiele wie sie in den Fig. 2 bis 7 beschrieben wurden, werden vorzugsweise durch flexible Leiterplatten ausgebildet, die es ermöglichen, mehrere Zündvorrichtungen für mehrere unterschiedliche Zylinder einstückig aus einer einzigen entsprechend zurecht geschnittenen Leiterplatte auszubilden. Der Herstellungsaufwand für Zündvorrichtungen für mehrere Zylinder wird somit stark vereinfacht.

In der Fig. 8 wird schematisch eine derartige Leiterplatte 100 dargestellt, die Zündvorrichtungen für vier Zylinder enthält. Die Wellenleiterstrukturen 12 und Zuleitungen 18 und sonstigen Leitungen sind hier aus Vereinfachungsgründen nur als einfache Linien dargestellt. Die Wellenleiterstrukturen 16 sind elektrisch alle miteinander verbunden. Die einzelnen Zylinder werden mit den Buchstaben A, B, C und D bezeichnet. An einem Oszillatoranschluß 53 wird ein hochfrequentes Signal angelegt. Durch eine Verteilerleitung 54 wird dieses hochfrequente Signal den einzelnen Zündvorrichtungen für die Zylinder A, B, C, D zugeführt. Jede dieser Zündvorrichtungen weist einen Kondensator 51 auf, der an die Verteilerleitung 54 angeschlossen ist. Der Kondensator 51 ist dann über eine Pin-Diode 52 mit der Zuleitung 18 verbunden. Zwischen den Kondensatoren 51 und den Pin-Dioden 52 ist jeweils ein Steueranschluß vorgesehen. Der Kondensator 51 stellt für das Hochfrequenzsignal einen Kurzschluß dar, wohingegen jedoch die Pin-Dioden 52 das Hochfrequenzsignal von den Zuleitungen 18 bzw. den Wellenleitern 12 fernhalten. Durch Anlegen einer Gleichspannung an den Anschlüssen A, B, C und D werden die Pindioden 52 leitend geschaltet, so daß dann auch das Hochfrequenzsignal an die Zuleitungen 18 bzw. an die Wellenleiter 12 angelegt wird. Es kann auf diese Weise selektiv für jeden einzelnen Zylinder das Hochfrequenzsignal auf die Zuleitungen bzw. den Wellenleiter 12 geschaltet werden.

Die Kondensatoren 51 und die Pindioden 52 können als übliche oberflächenmontierte Bauelemente auf die Leiterplatten aufgebracht werden. Weiterhin kann auch die Schaltung zur Erzeugung des Hochfrequenzsignals unmittelbar auf der Leiterplatte aufgebracht werden. Weiterhin können die Bereiche der Leiterplatten, die die Zuleitung 18 bilden unterschiedlich lang ausgebildet sein, um so die Zuführung zu den einzelnen Zylindern, die unterschiedlich weit entfernt sein können zu gewährleisten. Exemplarisch wird das in Fig. 8 dadurch dargestellt, daß für den Zylinder A und D längere Bereiche für die Zuleitung 18 gezeigt werden.

## Patentansprüche

1. Zündvorrichtung für ein Luft-Kraftstoff-Gemisch im Brennraum eines Zylinders, wobei im Brennraum 5 Elektroden vorgesehen sind, zwischen denen sich die elektrische Energie eines Hochspannungssignals entlädt, wobei ein Hochfrequenzresonator mit einer ersten und zweiten Wellenleiterstruktur (12, 16) vorgesehen ist, bei dem durch Einspeisung eines hochfrequenten Signals in der Nähe eines kalten Endes des Hochspannungsresonators das Hochspannungssignal erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und zweite Wellenleiterstruktur (12, 16) am kalten Ende über einen Kondensator miteinander verbunden sind. 10
2. Zündvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am kalten Ende des Wellenleiters durch Anlegen einer Hilfsspannung der über die Elektroden fließende Ionenstrom auskoppelbar ist. 15
3. Zündvorrichtung für ein Luft-Kraftstoff-Gemisch im Brennraum eines Zylinders, wobei im Brennraum 20 Elektroden vorgesehen sind, zwischen denen sich die elektrische Energie eines Hochspannungssignals entlädt, wobei außerhalb des Brennraums ein Hochfrequenzresonator vorgesehen ist, bei dem durch Einspeisung eines hochfrequenten Signals das Hochspannungssignal für den Zündfunken erzeugt wird, dadurch 25 gekennzeichnet, daß der Resonator als Wellenleiterstruktur (12, 16) auf einer Leiterplatte (100) ausgebildet ist. 30
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte (100) eine Oberseite aufweist, auf der die Wellenleiterstruktur (12, 16) und eine Zuleitung (18) aus einer metallischen Schicht herausstrukturiert sind. 35
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte metallische Strukturen auf einer ersten und einer zweiten Seite aufweist und daß auf einer Seite eine Zuleitung (18), auf der zweiten Seite die Wellenleiterstruktur (12) ausgebildet ist, und daß die Zuleitung (18) und die Wellenleiterstruktur (12) durch eine Durchkontaktierung (101) elektrisch 40 miteinander verbunden sind. 45
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte (100) eine obere und untere isolierende Schicht (110, 111) aufweist und daß zwischen den beiden isolierenden Schichten eine metallische Schicht als Wellenleiterstruktur (16) eingebracht ist. 50
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß einstückig aus einer Leiterplatte (100) mehrere Resonatoren für mehrere Zylinder ausgebildet sind. 55
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Leiterplatte (100) Bauelemente zum Erzeugen und/oder Schalten der Hochfrequenzsignale angeordnet sind. 55

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

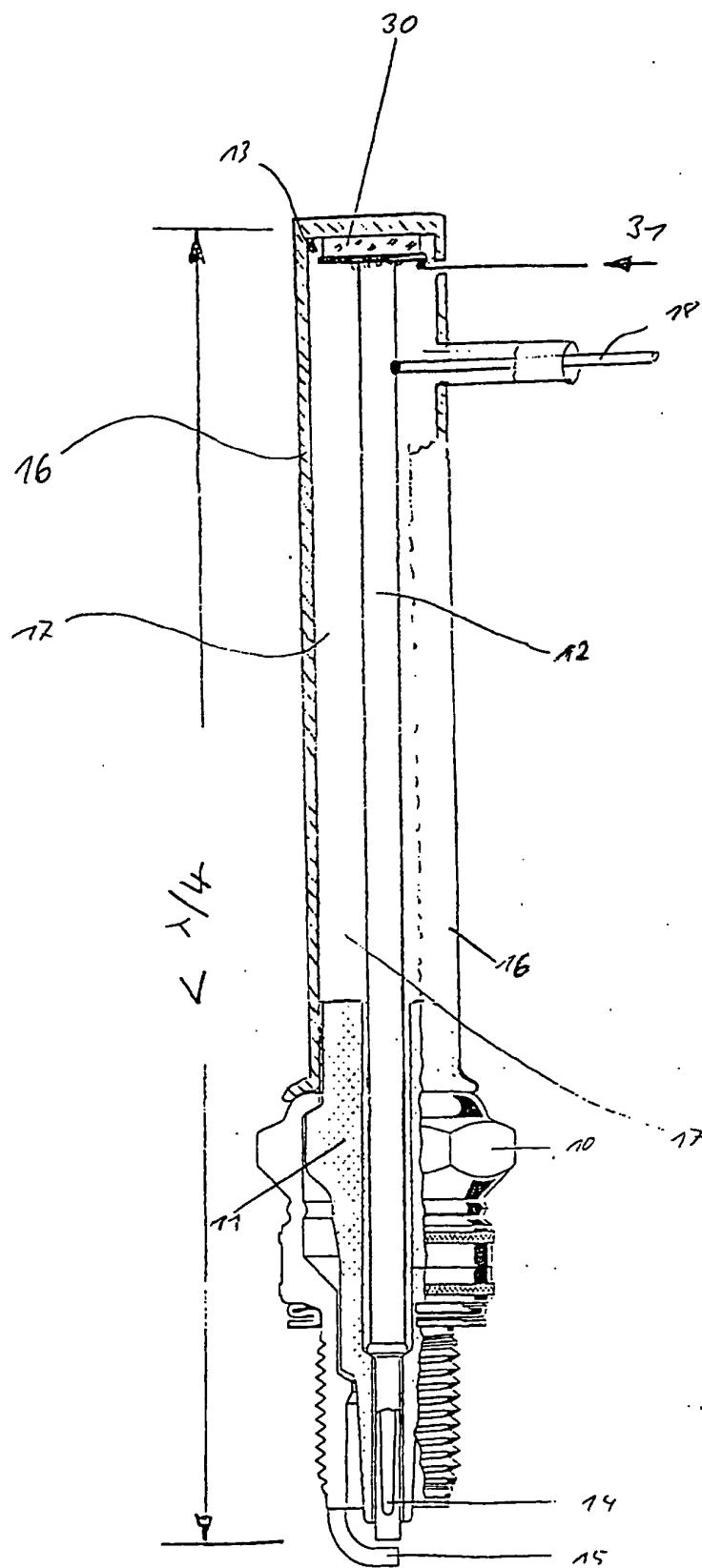


Fig. 7

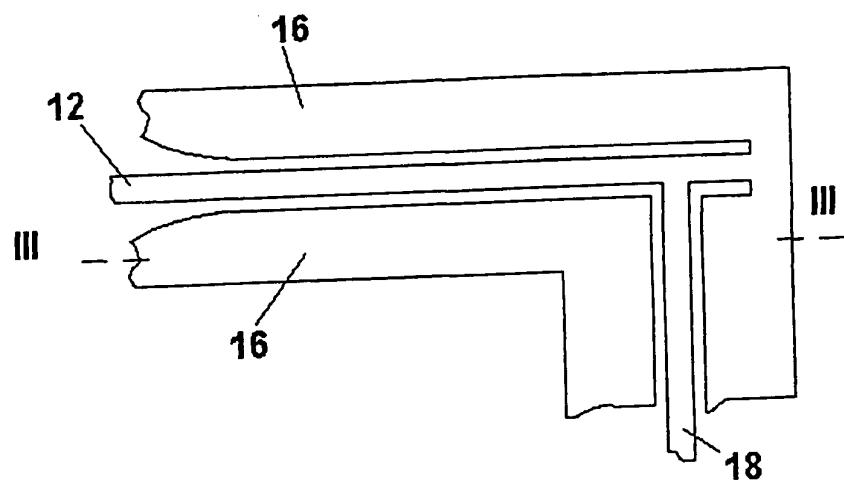


Fig. 2

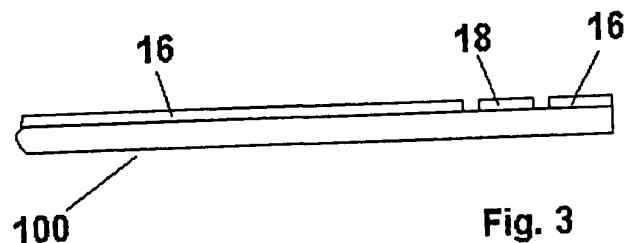


Fig. 3

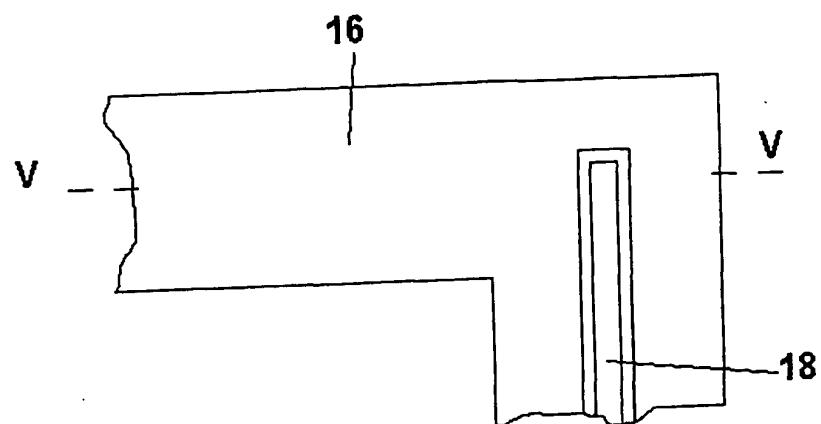


Fig.4

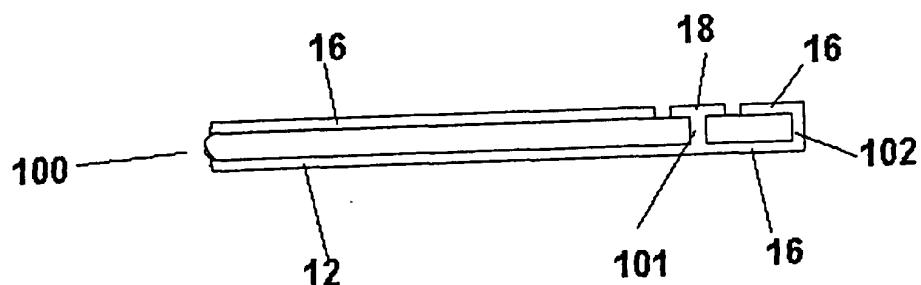


Fig.5

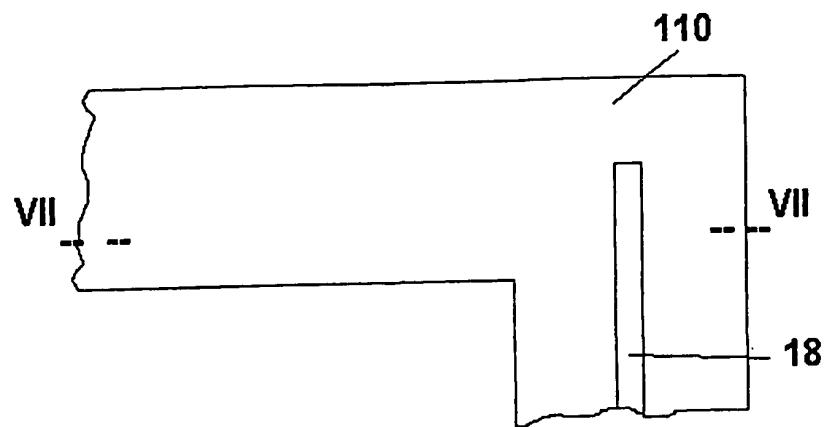


Fig. 6

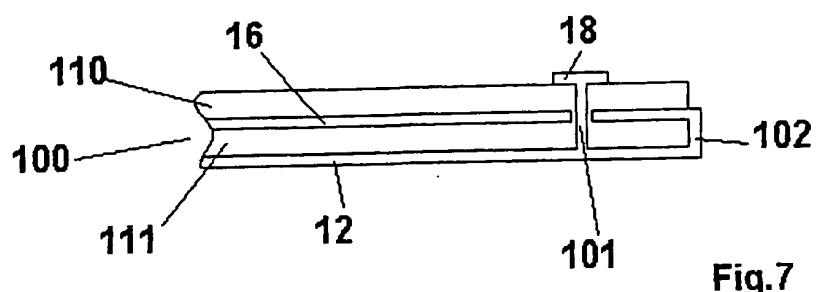
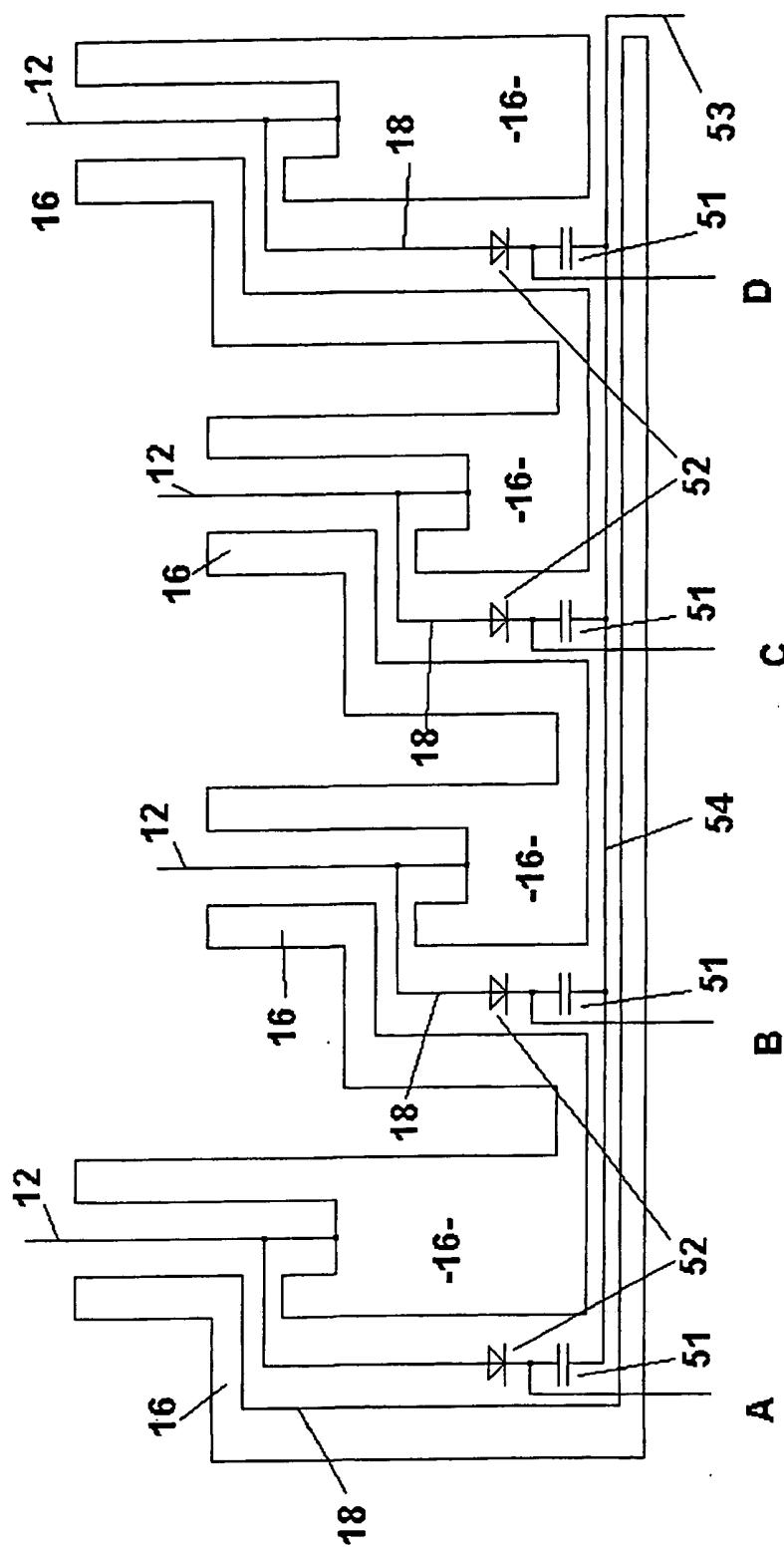


Fig. 7



8  
Fig.